

<http://dx.doi.org/10.18778/1429-3730.44.05>

dr Ksymena Rosiek

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie

Katedra Polityki Przemysłowej i Ekologicznej

e-mail: ksymena.rosiek@uek.krakow.pl

WODY OPADOWE JAKO PRZEDMIOT GOSPODAROWANIA

RAINWATERS AS AN OBJECT FOR MANAGEMENT

Abstract

Rainwater should be treated as an precious asset not like waste or sewage. It should be cautiously managed in order to reduce risk of flooding, floods and drought protection. It enable improving quality of life on the urban area and ensure better watering on the rural area. Natural processes for its purification can and should be used.

The paper is the first step in a border research connected with rainwater management. The main goal of it is to recognize the scope range of rainwater problems in the context of its management, defining problems ant their roots and goals for effectiveness rainwater management.

Keywords: rain water management, stormwater management, goals of rainwater management

JEL classification: Q250 Renewable Resources and Conservation: Water

Wstęp

W ostatnich dekadach woda często postrzegana była po prostu jako surowiec dla gospodarki, rzeki jako zagrożenie powodziowe, a systemy naturalnej retencji – takie jak moczary, bagna – jako zajmujące przestrzeń nieużytki. Z jednej strony opady nawalne, a z drugiej nękające wiele obszarów susze powodują, że niezbędne staje się zaproponowanie innego podejścia do wód opadowych. Dotychczas woda deszczowa była traktowana jako „problem”, ściek i odpad, a najczęściej wybieranym rozwiązaniem, zwłaszcza na terenach zurbanizowanych, było jej zebranie i odprowadzenie z terenu zabudowanego. W połączeniu z nasilającym się utwardzaniem powierzchni i rosnącym udziałem powierzchni nieprzepuszczalnej, osuszaniem i degradowaniem naturalnych obszarów retencyjnych powoduje to narastanie problemów z wodą deszczową, a nie ich rozwiązywanie. Po prostu obszar

nieprzepuszczalny, z którego woda deszczowa spływa, staje się tak duży, że każda instalacja odprowadzająca staje się niewydolna.

Woda deszczowa powinna zacząć być traktowana nie jako odpad, a jako cenny zasób, którym należy mądrze gospodarować w celu zmniejszenia ryzyka podtopień i powodzi, przeciwdziałania suszy, poprawy jakości życia na terenach zurbanizowanych, zapewnienia nawodnień dla rolnictwa. Można i należy wykorzystywać naturalne procesy w celu oczyszczania tejże wody.

Proponowane rozważania są pierwszym etapem szerszych badań związanych z gospodarowaniem wodami opadowymi. Celem artykułu jest rozpoznanie tematyki wody deszczowej w kontekście problemów z zarządzaniem nią, zdefiniowanie problemów i ich przyczyn oraz celów skutecznego zarządzania deszczówką.

Funkcje wody i znaczenie wód opadowych na terenach zurbanizowanych

Woda jest elementem warunkującym życie. Proces osadniczy był niemal zawsze związany z lokalizacją w pobliżu wody ze względów bytowych i strategicznych (choć znane są miasta, które były lokowane z innych przyczyn i do dziś borykają się z problemami z wodą). Opady atmosferyczne są istotnym elementem obiegu wody w przyrodzie. Jednakże na skutek niezrównoważonego procesu rozwoju obszarów zurbanizowanych i wiejskich zaczęły być postrzegane jako źródło zagrożenia lub czynnik wzmagający je. Współcześnie zarządzanie wodą opadową staje się najistotniejszym zadaniem warunkującym skuteczne i efektywne gospodarowanie wodami w zlewni¹.

Zagadnienie wody deszczowej na terenach zurbanizowanych jest złożone i trzeba je rozpatrywać w szerszym kontekście. Powiązania miasta z wodą są bardzo szerokie i mogą być badane na wielu płaszczyznach: gospodarczej, kulturowej, społecznej, estetycznej, technologicznej, administracyjno-legislacyjnej². Nie wchodząc dogłębnie w poszczególne kategorie, należy jednak zdefiniować funkcje, jakie woda pełni w mieście, i można to uczynić z kilku perspektyw. Można rozpatrywać je z punktu widzenia koncepcji usługi ekosystemów, konkurencyjnych potrzeb różnych użytkowników czy przez pryzmat korzyści i zagrożeń.

Przez usługi ekosystemów (*ecosystem services*)³ można najogólniej rozumieć całość korzyści, które człowiek (społeczeństwo) czerpie – świadomie lub nieświad-

¹ J. Królikowska, A. Królikowski, *Wody opadowe: odprowadzanie, zagospodarowanie podczyszczanie i wykorzystywanie*, Seidel-Przywecki, Józefosław 2012, s. 9.

² *Poradnik TEEB dla miast: usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej*, tłum., i red. wyd. pol. Fundacja Sendzimira, Kraków 2011, s. 1.

³ Jak w przypadku większości terminów tłumaczonych z języka angielskiego, przyjęte do słowne tłumaczenie budzi wiele dyskusji, gdyż zgodnie z definicją SJP usługa to wykonywanie

domie – z przyrody. Są to zarówno wytwory, jak i funkcje (ekonomista powie: działaby produkty i usługi).

Przyjmując podstawowy podział usług ekosystemów na zaopatrujące, regulacyjne, siedliskowe i kulturowe, w przypadku ekosystemów wodnych możemy wyróżnić wiele funkcji, z których najważniejsze są wskazane w tabeli 1. Jednak z punktu widzenia wody deszczowej należy zwrócić szczególną uwagę na funkcje regulacyjne. Jeżeli woda opadowa może swobodnie wsiąkać w ziemię, stanowi ważny element ochrony przeciwpowodziowej i jest istotna w zapobieganiu suszy. W przeciwnym wypadku może wpływać na nasilenie się tych procesów (szybki spływ powierzchniowy). Woda deszczowa stanowi istotny element w procesie regulacji mikroklimatu miasta, oczyszcza powietrze i powierzchnię miasta z zanieczyszczeń, wpływa na obniżenie temperatury.

Tabela 1. Wybrane funkcje wody w oparciu o koncepcję usługi ekosystemów

Lp.	Usługi ekosystemów	Funkcja
1	2	3
11	zaopatrujące	<ul style="list-style-type: none"> – utrzymanie życia – dostarczanie wody pitnej – dostarczanie wody do celów produkcyjnych – woda dla ekosystemów – baza żywieniowa
22	regulacyjne	<ul style="list-style-type: none"> – retencja, regulacja przepływów hydrologicznych, zatrzymywanie wody opadowej – odbiór i neutralizacja ścieków (w granicach możliwości ekosystemów), kontrola biologiczna – oczyszczanie powierzchni miasta – oczyszczanie wód (prześiakanie) – jakość powietrza (oczyszczanie z pyłów, obniżanie temperatury) – wzbogacanie powietrza i gleby w wilgoć – stymulowanie ruchów konwekcyjnych powietrza – globalny obieg wody, sekwestracja węgla
33	siedliskowe	<ul style="list-style-type: none"> – siedliska dla zwierząt

pracy służącej bezpośrednio zaspokajaniu potrzeb. Zatem polskie tłumaczenie terminu *ecosystem services* nie jest ani zgodne z zakresem merytorycznym terminu angielskiego (bo obejmuje również produkty i zaspokaja potrzeby nie tylko bezpośrednio, ale i pośrednio), ani z polskim znaczeniem użytych słów. Niektórzy autorzy proponują zastąpienie słowa „usługi” terminem „świadczenie”, ale ten termin jest z kolei powiązany merytorycznie ze zobowiązaniem, a tu takie nie występuje. Według autorki najlepszym polskim odpowiednikiem byłoby określenie „przysługi środowiskowe”, które mimo iż poprawne merytorycznie zapewne się nie przyjmie. Mając jednak pełną świadomość wszystkich kontrowersji wokół tego terminu, używany będzie najbardziej popularny w polskiej literaturze naukowej termin: „usługi ekosystemów”.

Tab. 1 (cd.)

1	2	3
44	kulturowe	<ul style="list-style-type: none"> – estetyka przestrzeni – pozytywny wpływ na zdrowie – rekreacja – edukacja – podnoszenie wartości nieruchomości

Źródło: opracowanie własne na podstawie klasyfikacji z: Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności w polityce lokalnej i regionalnej. Poradnik TEEB dla miast: usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej, tłum. i red. wyd. pol. Fundacja Sendzimira, Kraków 2011, s. 3–4.

Wspomniane podejście konkurujących użytkowników ma większe znaczenie w przypadku samych zasobów wodnych i presji na nie, mniejsze zaś w odniesieniu do deszczówki, choć są to oczywiście elementy powiązane, gdyż brak opadów wpływa na dostępność wody. W tym kontekście istotne jest zapewnienie optymalnej ilości wody o określonej jakości dla rolnictwa, energetyki, przemysłu, ludności – bez zwiększania presji na ekosystemy. To podejście prowadzi jednak do bardzo trafnego – choć oczywistego – spostrzeżenia, że wymagana jest współpraca pomiędzy różnymi interesariuszami korzystającymi z zasobów wodnych. Liczne konflikty, jakie powstają w związku z gospodarowaniem wodą, wskazują jednak, że ta oczywista konstatacja nie przekłada się wystarczająco na praktykę. Dobrym przykładem konfliktów wokół wody deszczowej jest odwadnianie dróg, w tym nowo budowanych dróg ekspresowych. Znane są przypadki, gdy po powstaniu drogi okoliczne miejscowości, które nigdy wcześniej nie cierpiały z powodu zalań, są podtapiane wodami deszczowymi, mimo wykonania wszystkich odwodnień zgodnie z normami.

Można też spojrzeć na funkcje wody na terenach zurbanizowanych przez pryzmat korzyści i zagrożeń. Do pierwszej kategorii należy zaliczyć wszystkie funkcje związane z zaopatrzeniem w wodę, poprawą jakości życia, mikroklimatu, estetyki. Z drugiej strony jawi się zagrożenie powodzią i zagrożenie związane z zanieczyszczeniami odprowadzanymi do wód i gruntu oraz wszystkimi tego skutkami. W radzeniu sobie z zagrożeniem powodzią i suszą można wyróżnić trzy trendy:

- odsuwanie wody od ludzi,
- odsuwanie ludzi od wody,
- zrównoważone i zintegrowane zarządzanie wodą.

Pierwsze podejście związane jest z kosztowną infrastrukturą przeciwpowodziową, która w praktyce okazuje się często nie tyle nieskuteczna, ile przeciwnie skuteczna. Obwałowania rzek i ich regulacja powodują zmniejszenie możliwości rozlewania się rzek, zmniejszenie pojemności koryta i przyspieszenie spływu fali powodziowej. Jednocześnie tworzą złudne poczucie bezpieczeństwa

i zagospodarowywanie terenów zagrożonych zalaniem. Tym samym w razie powodzi szkody i straty są wielokrotnie wyższe. Należy rozumieć potrzebę ich wykorzystania w określonych miejscach (np. centrach miast), ale odchodzić od ich nadużywania na terenach nieurbanizowanych lub tworzyć specjalne tereny zalewowe. W podejściu drugim – a więc „odsuwaniu ludzi od wody” – dominuje pogląd o konieczności ograniczania zabudowy na terenach zalewowych, a nawet wykupywania terenów zagrożonych zalaniem i przenoszenia stamtąd domostw i zaplecza gospodarczego, a przede wszystkim infrastruktury krytycznej. Wydaje się, że niezbędnym elementem takiego działania jest właśnie niedopuszczanie do osiedlania się na takich obszarach⁴, a niezbędnym minimum – przenoszenie z tych obszarów infrastruktury wrażliwej oraz specjalne wytyczne dla budowanych tam obiektów (zakaz budowania piwnic, obowiązek budynków dwukondygnacyjnych, na podwyższeniu, obowiązek lokalizowania drogiej infrastruktury na piętrze).

Natomiast w ostatnim podejściu kładzie się nacisk na szersze spojrzenie na kwestie wody w kontekście całej zlewni i procesów zarówno antropogenicznych, jak i naturalnych (w tym klimatycznych). Należy zatem uwzględniać system cieków i zbiorników wodnych, budowę geologiczną, opady i ich intensywność oraz sposób gospodarowania w zlewni, a więc i procesy urbanizacyjne. W tym podejściu kwestie wody opadowej i jej spływu są niezwykle istotne. Kładzie się nacisk na wykorzystanie naturalnych procesów: infiltracji, retencji, ewaporacji, czyli zielonej i niebieskiej infrastruktury⁵.

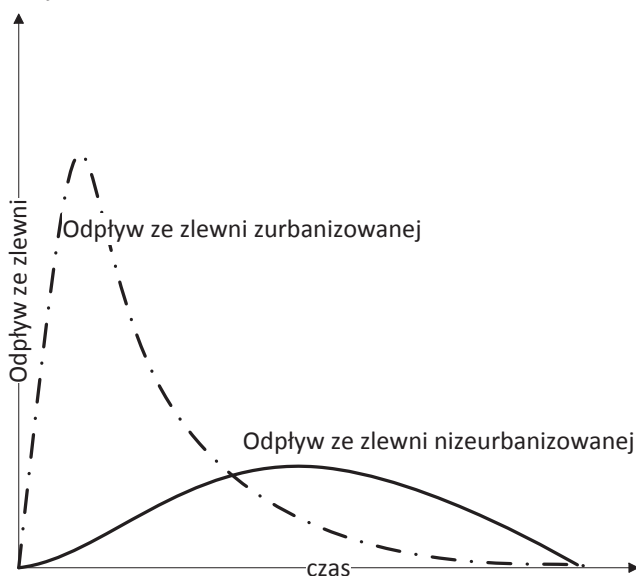
Podstawowe przyczyny eskalacji problemów z deszczówką

Można wskazać dwie główne grupy problemów, które przyczyniają się do wzmaganania kłopotów z wodami deszczowymi: naturalne i antropogeniczne. Dane dotyczące opadów, w Polsce w tym opadów nawalnych, zostaną przybliżone w następnej części artykułu.

⁴ Nowelizacja ustawy Prawo wodne z dn. 16 grudnia 2015 r. znosi obowiązek uwzględniania w planach zagospodarowania przestrzennego, decyzjach o lokalizacji inwestycji celu publicznego i warunkach zabudowy uwzględnianie zapisów map zagrożenia i ryzyka powodziowego, jest ono jedynie fakultatywne – a więc jest to krok w tył, <http://urbnews.pl/zagrozenie-powodziowe-nie-będzie-odwzorowane-w-planach-miejscowych/> (dostęp: 27.12.2015).

⁵ Zielona i niebieska infrastruktura to „strategicznie zaplanowana sieć obszarów naturalnych i półnaturalnych z innymi cechami środowiskowymi, zaprojektowana i zarządzana w sposób mający zapewnić szeroką gamę usług ekosystemowych. Obejmuje ona obszary zielone (lub niebieskie w przypadku ekosystemów wodnych) oraz inne cechy fizyczne obszarów lądowych (w tym przybrzeżnych) oraz morskich. Na lądzie zielona infrastruktura jest obecna na obszarach wiejskich i w środowisku miejskim”, Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: „Zielona infrastruktura – zwiększanie kapitału naturalnego Europy”, COM(2013) 249 final.

Głównym problemem antropogenicznym jest wzmożony spływ powierzchniowy do zbiorników o ograniczonej pojemności (często na skutek działalności gospodarczej). Wzmożony spływ powierzchniowy występuje zarówno na powierzchni utwardzonej, jak i na ziemi pozbawionej naturalnej różnorodnej roślinności, a więc polach uprawnych czy też trawnikach (choć mniejszy niż z powierzchni utwardzonych). Powoduje to, z jednej strony, zmniejszone przesiąkanie deszczu, a więc przesuszanie ziemi, zanikanie różnorodności roślin, pustynnienie, a w konsekwencji degradację struktur gleby. Z drugiej strony, zwiększa się ryzyko powodzi (i kumulacji fali powodziowej – rysunek 1) i lokalnych podtopień oraz niekontrolowanego okresowego doprowadzania zanieczyszczeń do odbiorników. Przykładowe hydrogramy zlewni zurbanizowanej i niezurbanizowanej przedstawia rysunek 1.



Rysunek 1. Hydrogramy odpływu wód w zlewniach zurbanizowanych i niezurbanizowanych

Źródło: E. Wojciechowska i in., *Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową...*, s. 19.

Pokazane w tabeli 2 szacunki udziału ewapotranspiracji (parowanie z gruntu i z roślin), spływu powierzchniowego, odpływu podziemnego i infiltracji pokazują, jak wielki wpływ na odpływ opadów ma kwestia uszczelnienia terenu. Prorowadzone szczegółowe badania dowodzą, że ma to większe znaczenie niż spadek powierzchni⁶.

⁶ B. Brzymek, E. Jarosińska, *Wpływ uszczelnienia powierzchni zlewni na odpływ wód deszczowych*, „Czasopismo Techniczne” 2012, z. 4: „Środowisko”, z. 1-Ś, s. 50.

Tabela 2. Odpływ opadu w zależności od stopnia uszczelnienia

Wyszczególnienie	Udział powierzchni szczelnej (w %)	Evapotranspiracja (w %)	Spływ powierzchniowy (w %)	Odpływ podziemny (w %)	Infiltracja (w %)
tereny naturalne	powierzchnia nieuszczelniona	40	10	25	25
zabudowa „zagrodowa”	10–20	38	20	21	21
zabudowa „podmiejska”	35–50	35	30	20	15
zabudowa miejska	75–100	30	55	10	5

Źródło: E. Wojciechowska i in., *Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015, s. 27–28.

Należałoby też zadać pytanie, jak bardzo wzrasta udział powierzchni uszczelnionej w Polsce. Główny Urząd Statystyczny publikuje takie dane od 2004 r. (tabela 3). Wskaźnik ten jest wyznaczany jako udział powierzchni zabudowanej oraz zurbanizowanej i obejmuje:

- tereny mieszkaniowe, przemysłowe, inne tereny zabudowane,
- zurbanizowane tereny niezabudowane,
- tereny rekreacyjno-wypoczynkowe,
- tereny komunikacyjne,
- użytki kopalne.

Tabela 3. Udział powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w powierzchni ogółem

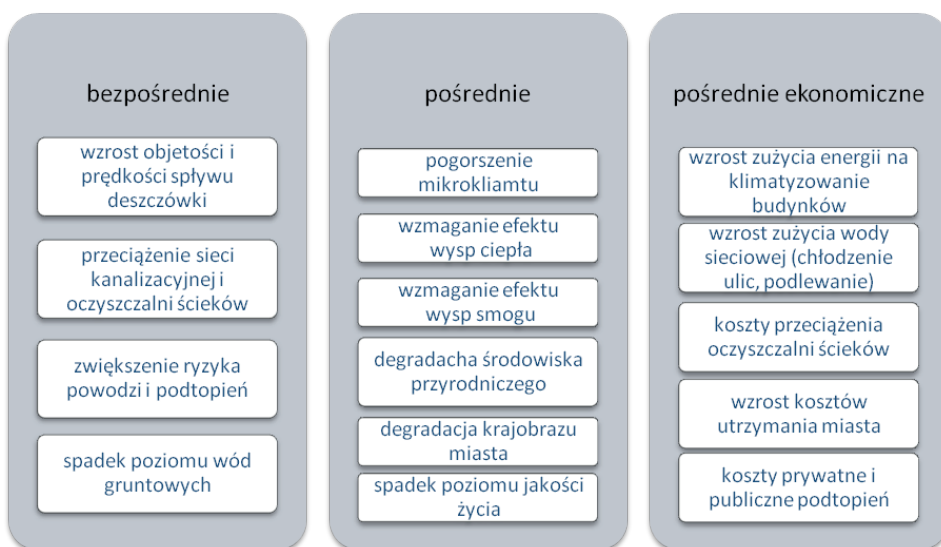
Wyszczególnienie (w %)	2004	2005	2010	2014	2015*
udział powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej w powierzchni ogółem	4,66	4,72	4,96	5,23	5,28

Źródło: dla lat 2004–2014: *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski*, GUS 2015, <http://wskaznikizrp.stat.gov.pl/prezentacja.jsf?q=005003006001&p=kraj>, dla 2015 r.: obliczenia własne na podstawie: *Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015*, GUS Warszawa, 2015, s. 100 tab. 1(12).

Przyrost w badanym okresie nie przekracza jednego punktu procentowego, więc wydaje się niewielki, ale jeżeli przeliczymy to na wartości naturalne (przyjmując powierzchnię lądową Polski 311 888 km²), to otrzymujemy przyrost na poziomie blisko 2000 km², czyli tak, jakby w okresie dziesięciu lat w Polsce przybyło sześć miast wielkości Krakowa (przyjęto powierzchnię 327 km²). Oczywiście tereny zaliczane do powierzchni zabudowanej i zurbanizowanej są uszczelnione

w różnym stopniu, ale lepiej obrazuje to skalę procesu i wskazuje na fakt, iż procesy urbanizacyjne nie mogą być pomijane.

Uszczelnienie powierzchni powoduje szereg skutków wykraczających daleko poza skutki dla ekosystemów – skutków bezpośrednich i pośrednich. Autorka pozwoliła sobie rozszerzyć rozważania i wydzielić skutki pośrednie ekonomiczne związane ze wzrostem zużycia energii i wody do chłodzenia przegrzanych budynków, placów i ulic oraz podlewania roślin, które nie są w stanie skorzystać nawet z obfitych opadów, gdyż większość wody jest odprowadzana, a nie retencjonowana. Z tego powodu rosną koszty utrzymania miasta, a jednocześnie pojawiają się koszty podtopień (na skutek tzw. szybkich powodzi miejskich). Należy zwrócić uwagę, że koszty te ponoszone są zarówno przez sektor prywatny, jak i publiczny.



Rysunek 2. Skutki uszczelniania powierzchni na terenach zurbanizowanych

Źródło: opracowanie własne na podstawie: A. Janucha-Szostak, Miasto w symbiozie z wodą, „Czasopismo Techniczne” 2010, z. 14: „Architektura”, z. 6-A, s. 95–103.

Opady atmosferyczne i ich intensywność

Czynniki klimatyczne i geologiczne są jednymi z najistotniejszych w przypadku zarządzania wodami opadowymi. Trzy zasadnicze czynniki mają wpływ na ilość wód deszczowych: czas trwania deszczu, jego częstość (prawdopodobieństwo

wystąpienia) oraz zasięg terytorialny⁷. Natomiast badając skutki opadów, trzeba uwzględnić ukształtowanie terenu oraz jego zagospodarowanie.

Analiza danych dotyczących ilości opadów nie nastraja optymistycznie (tabela 4). Średnio w skali Polski w miesiącach ciepłych występuje 70 dni z opadami ponad 30 mm, co może stanowić zagrożenie lokalnymi podtopieniami (liczone dni, gdy opad wystąpił chociaż na jednej stacji pomiarowej). Średnio mamy 58 dni z opadami powyżej 50 mm na dobę, a jest to opad określony jako groźny powodziowo, w tym średnio 16 dni z opadami zaliczanymi do poziomu powodziowego i 5 do poziomu katastrofalnego. Oznacza to, że średnio 24% dni w okresie 6 miesięcy letnich ma opady deszczu grożące powodzią (powyżej 50 mm/dobę), a w najgorszym 2010 roku było to ponad 32% dni. Jednak licząc liczbę dni z opadami powyżej 30 mm/dobę, to prawie 40% dni w półroczu ciepłym jest potencjalnie zagrożonych ich wystąpieniem.

Tabela 4. Liczba dni z wysokim opadem dobowym na obszarze Polski w półroczu ciepłym (od maja do października) za okres 2001–2010

Poziom zagrożenia powodziowego Lata	Zagrażający ≥30 mm/dobę	Groźny powodziowo ≥50 mm/dobę	Powodziowy ≥70 mm/dobę	Katastrofalny ≥100 mm/dobę
2001	79	50	23	7
2002	76	43	18	12
2003	52	23	6	0
2004	58	28	13	1
2005	54	32	15	3
2006	66	41	14	2
2007	77	44	19	4
2008	76	28	7	2
2009	80	38	20	5
2010	96	47	22	10
suma 2001–2010	711	374	157	46
średnia	71	37	16	5

Źródło: Kłęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju, red. H. Lorenc, IMGW Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012, s. 39.

⁷ J. Królikowska, A. Królikowski, *Wody opadowe...*, s. 14.

Jednakże opady i ich brak (susze) charakteryzuje duża nieregularność. W latach 2002 i 2010 było ponad 10 dni z opadami o skali katastrofalnej (powyżej 100 mm na dobę), a w roku 2001, 2009 i 2010 w półroczu ciepłym było ponad 20 dni z opadami powodziowymi (ponad 70 mm na dobę). Rok 2003 był natomiast jednym z najsuchszych lat w powojennej historii Polski i Europy⁸.

Zaznaczyć należy, że dane te pochodzą ze stacji pomiarowych IMGW, i dodać, że jedna z największych suszy miała miejsce w 2015 roku. Dane te nie zostały jednak uwzględnione w wykorzystywanym raporcie, ze względu na datę jego publikacji.

W tabeli 4 pokazano dane dotyczące dni deszczowych. Tabela 5 zawiera dane dotyczące obszarowego występowania opadów. Przez „zdarzenie z wysokim opadem” rozumie się zanotowanie na danej stacji pomiaru opadu powyżej 30 mm/dobę (ponad 900 punktów pomiaru). Jeżeli w danym dniu taki opad zanotowano na 100 stacjach pomiarowych, występowało 100 „zdarzeń”. Dane te wyjaśniają, dlaczego mimo że w latach 2002 i 2010 była podobna liczba dni z opadami (≥ 50 mm/dobę w 2002 – 43 dni i w 2010 – 47 dni, ≥ 70 mm/dobę odpowiednio 18 i 22, ≥ 100 mm/dobę odpowiednio 12 i 10), to występowało znacznie więcej zdarzeń, czyli opady występowały na większych obszarach dorzeczy (≥ 50 mm/dobę w 2002 – 452 zdarzenia i w 2010 – 1066 zdarzeń, ≥ 70 mm/dobę odpowiednio 160 i 342, ≥ 100 mm/dobę odpowiednio 37 i 75). Przestrzenne rozmieszczenie opadów jest drugim ważnym czynnikiem obok ich intensywności. Na podstawie tych danych zostały stworzone mapy intensywności opadów. Z map tych wynika, że najczęstsze intensywne opady występują na południu Polski oraz w obszarach pojezierza pomorskiego⁹.

Tabela 5. Liczba „zdarzeń” z wysokim opadem dobowym na obszarze Polski w półroczu ciepłym (od maja do października) za okres 2001–2010

Poziom zagrożenia powodziowego Lata	Zagrażający ≥ 30 mm/dobę	Groźny powodziowo ≥ 50 mm/dobę	Powodziowy ≥ 70 mm/dobę	Katastrofalny ≥ 100 mm/dobę
1	2	3	4	5
2001	1966	540	161	38
2002	1720	452	160	37
2003	816	108	13	0
2004	815	182	35	1

⁸ H. Lorenc (red.), *Kłęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne Kraju*, IMGW Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012, s. 38–40.

⁹ Tamże, s. 41.

1	2	3	4	5
2005	1316	284	61	5
2006	1172	316	96	15
2007	1914	445	99	9
2008	1360	225	31	8
2009	1422	240	57	14
2010	3951	1066	342	75
suma 2001–2010	16 462	3838	1055	202
średnia	1646	383	105	20

Źródło: Kłęski żywiłowe..., s. 39.

Kolejnym istotnym zagrożeniem jest tzw. powódź miejska. Nie jest ona związana zazwyczaj z wystąpieniem cieków wodnych z brzegów, ale z gromadzeniem się wody na terenach nieprzepuszczalnych w mieście w związku z niewydolnością systemów kanalizacyjnych i zbyt małą ilością obszarów umożliwiających przeziębienie i retencję. Często wystarczy kilkunastominutowy lokalny gwałtowny opad, by doszło do znacznych podtopień. Jednocześnie przy dużej gęstości zabudowy i zgromadzonego majątku nawet relatywnie niewielkie podtopienia powodują duże straty. Niepokojący jest fakt, że liczba lokalnych nagłych powodzi (*flash flood*) gwałtownie wzrasta (tabela 6). Należy podkreślić, że również z terenów uprawnych spływ powierzchniowy jest kilkakrotnie wyższy niż z terenów z naturalną roślinnością, np. leśnych. Jednak takie zjawiska, choć mniej spektakularne, zachodzą również na terenach zaliczanych do wiejskich lub podmiejskich. Winą za wzmożony spływ z terenów niezurbanizowanych obarcza się zaniechania w melioracjach i małej retencji oraz zanikanie lokalnych małych terenów zalesionych i zagajników. Tu należy podkreślić, że taki spływ powierzchniowy zarówno na terenach zurbanizowanych, jak i nie niesie ze sobą wiele zanieczyszczeń, a w przypadkach terenów uprawnych mogą to być nawozy lub środki ochrony roślin. Na podstawie analizy szczegółowej danych dotyczących nagłych powodzi lokalnych wyznaczono 32 obszary szczególnie narażone na ich występowanie. Większość z nich znajduje się na południu Polski, są to też niektóre obszary aglomeracyjne¹⁰.

¹⁰ Tamże, s. 140.

Tabela 6. Liczba nagłych powodzi i miejsc ich wystąpień* w Polsce w latach 1970–2010

Lata	Liczba nagłych powodzi	Liczba miejsc wystąpień nagłych powodzi
1971–1980	121	216
1981–1990	249	400
1991–2000	397	504
2001–2010	554	984
1971–2010	1321	2104

* Jedno zjawisko pogodowe może wywołać podtopienia w kilku miejscach.

Źródło: Kłęski żywiołowe..., s. 157–158.

Z przedstawionych danych wynika, że zdarzenia spowodowane przez gromadzenie się i spływ powierzchniowy wód opadowych występują coraz częściej i w większej intensywności. W połączeniu z rosnącym uszczelnieniem gruntu i zaniechaniami w melioracjach oraz w gospodarowaniu wodą na terenach zurbanizowanych tworzy to realne zagrożenie i przyczynę rosnących strat.

Cele zarządzania wodami opadowymi

Najogólniej, cel zarządzania wodami deszczowymi i roztopowymi powinien zostać określony jako: takie gospodarowanie wodami opadowymi, aby zminimalizować ryzyko powodzi i suszy oraz ograniczać zanieczyszczenia wód powierzchniowych i gruntowych, przy jednoczesnym stworzeniu możliwości do gospodarczego i przyrodniczego wykorzystania tych wód bez szkód dla ekosystemów wodnych i od wody zależnych.

Jednakże ten główny cel można rozłożyć na szereg celów szczegółowych, które zostały podzielone na kilka istotnych kategorii: ekologiczne, funkcjonalne, ekonomiczne i krajobrazowe, kulturowo-społeczne i prawne. Należałoby jeszcze podkreślić, że nie jest to zamknięty katalog.

Wszystkie wymienione kategorie i cele szczegółowe są niezwykle istotne, ale warto podkreślić znaczenie tych zaliczonych do grupy funkcjonalnych oraz kulturowo-społecznych. Tych pierwszych, ponieważ dzięki wykorzystaniu właściwych, nowoczesnych elementów zielonej i niebieskiej infrastruktury można rozwiązać szereg współczesnych problemów terenów zurbanizowanych i rolniczych, ale nie można ze ślepą ufnością „przenosić” rozwiązań stosowanych na innych obszarach. Każdorazowo są wymagane szczegółowe analizy lokalnych uwarunkowań geograficznych i innych krytycznych czynników. Dlatego tak niezwykle ważne jest edukowanie władz lokalnych i zaangażowanie lokalnej społeczności.

Ekologiczne	<ul style="list-style-type: none"> • Ochrona i odnowa ekosystemów • Ochrona gleby • Zachowanie i odtwarzanie bioróżnorodności
Funkcjonalne	<ul style="list-style-type: none"> • Wspomaganie ochrony przeciwpowodziowej, zmniejszanie intensywności maksymalnych przepływów w odbiorniku • Ochrona wód gruntowych i w odbiornikach przed zanieczyszczeniami, podczyszczanie • Wspomaganie ochrony przed suszą <ul style="list-style-type: none"> • Nawadnianie roślin (tereny zurbanizowane) • Poprawa jakości powietrza i mikroklimatu w mieście • Zmniejszanie efektu miejskiej wyspy ciepła i smogu
Ekonomiczne	<ul style="list-style-type: none"> • Zmniejszenie szkód i strat w majątku wywołanych podtopieniami • Zmniejszenie wypłacanych odszkodowań publicznych • Wzrost wartości nieruchomości • Zmniejszenie kosztów utrzymania miasta (prywatnych i publicznych) • Redukcja kosztów tworzenia i utrzymania szarej infrastruktury
Krajobrazowe	<ul style="list-style-type: none"> • Odnowa i integracja przestrzeni miejskiej • Ulepszenie przestrzeni miejskiej dzięki niebieskiej i zielonej infrastrukturze • Tworzenie dodatkowej przestrzeni dla rekreacji i dla sportu
Kulturowo-społeczne	<ul style="list-style-type: none"> • Poprawa jakości życia w mieście • Poprawa zdrowia mieszkańców (w długim okresie) • Wspieranie współpracy władz i mieszkańców, partycypacji społecznej, • Promowanie równego dostępu do zasobów, egalitaryzm, • Nakierowanie na wrażliwe grupy społeczne: dzieci, osoby starsze • Aktywizacja i integracja mieszkańców, • Unikanie szkód moralnych • Odpowiedzialności za tereny wspólne • Tworzenie miejsc wspólnego spędzania czasu
Prawne	<ul style="list-style-type: none"> • Wypełnienie zobowiązań międzynarodowych • Zgodność z prawem krajowym

Rysunek 3. Cele gospodarowania wodami deszczowymi

Źródło: K. Rosiek, *Oplaty od powierzchni uszczelnionej jako instrument zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi i roztopowymi*, red. K. Kociszewski., Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Wrocław 2016, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, nr 453, s. 270–281.

Z pewnością wymagana będzie szczególna ostrożność, gdy na terenach objętych projektem zmian znajdują się:

- osuwiska,
- kopalnie,
- wody uzdrowiskowe,
- wysoki poziom wód gruntowych,
- ujęcia wody pitnej.

Podsumowanie

Rosnące uszczelnienie powierzchni na skutek procesów urbanizacyjnych oraz przykładanie zbyt małej wagi do problemów zagospodarowania wody deszczowej stały się przyczyną dzisiejszych problemów. Dopiero potwierdzone obserwacje nasilających się gwałtownych zmian pogodowych, w tym opadów nawalnych, spowodowały większe zainteresowanie tym problemem w Polsce. Rozwiązanie tych problemów nie jest proste, gdyż przyczyny leżą zarówno po stronie zmian klimatycznych, jak i działalności człowieka. Dane meteorologiczne potwierdzają spostrzeżenia, że zwiększa się gwałtowność zjawisk meteorologicznych, a to w połączeniu ze zmianami cywilizacyjnymi powoduje wzrost ryzyka wystąpienia podtopień, zwiększenie ryzyka powodziowego i nasilanie problemów z suszą. Konieczne jest zrozumienie, że problemy wynikające z traktowania deszczówki jako ścieku, który trzeba jak najszybciej odprowadzić, ma liczne konsekwencje zarówno na terenach zurbanizowanych, jak i rolniczych. To właśnie przyspieszony spływ zwiększa ryzyko powodzi i również suszy, gdyż woda nie jest zatrzymywana w ekosystemach.

Należy oczywiście pamiętać, że woda spływająca z powierzchni uszczelnionych może być zanieczyszczona i to substancjami niebezpiecznymi. Wypracowane współcześnie rozwiązania zielonej i niebieskiej infrastruktury zapewniają w dużej mierze podczyszczanie tych wód do takiego stopnia, że nie stanowią one zagrożenia dla ekosystemów.

Wodą deszczową należy gospodarować, gdyż jest ona cennym zasobem. Można i należy ją używać do celów gospodarczych (podlewanie, spłukiwanie toalet), jak również należy zwiększać naturalne retencjonowanie wody.

Efekty nieprawidłowego gospodarowania wodami deszczowymi wykraczają daleko poza bezpośrednie skutki. Powodują szereg oddalonych w czasie efektów pośrednich, takich jak degradacja środowiska oraz pogorszenie jakości życia i zdrowia ludności. Wskazać można również liczne pośrednie ekonomiczne negatywne skutki w postaci wzrostu kosztów utrzymania miasta (prywatnych i publicznych) oraz strat spowodowanych powodziami. Zdefiniowanie obszarów występowania niekorzyści wynikających z niewłaściwego gospodarowania wodami

opadowymi daje szansę na wskazanie dziedzin, w których pozytywne zmiany wywołają najwięcej skutków pozytywnych. Niestety większość tych pozytywnych skutków jest również pośrednia, a część z nich trudnomierzalna. Ponieważ głównymi czerpiącymi korzyści ze zmiany podejścia będzie społeczeństwo i środowisko, wydaje się, że zadania te powinny być podejmowane. Dlatego niezbędne jest szerokie zdefiniowanie celów gospodarowania wodami opadowymi, choć głównym celem powinna być ochrona ekosystemów przed degradacją oraz zmniejszenie ryzyka wystąpienia powodzi i suszy.

Bibliografia

- Brzymek B., Jarosińska E., *Wpływ uszczelnienia powierzchni zlewni na odpływ wód deszczowych*, „Czasopismo Techniczne” 2012, z. 4: „Środowisko”, z. 1-Ś, s. 50.
- Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności w polityce lokalnej i regionalnej. Poradnik TEEB dla miast: usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej*, tłum. i red. wyd. pol. Fundacja Sędzimira, Kraków 2011.
- Januchta-Szostak A., *Miasto w symbiozie z wodą*, „Czasopismo Techniczne” 2010, z. 14: „Architektura”, z. 6-A, s. 95–103.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów: „Zielona infrastruktura – zwiększanie kapitału naturalnego Europy”, COM(2013) 249 final
- Królikowska J., Królikowski A., *Wody opadowe: odprowadzanie, zagospodarowanie podczyszczanie i wykorzystywanie*, Seidel-Przywecki, Józefosław 2012.
- Lorenc H. (red.), *Klęski żywiołowe a bezpieczeństwo wewnętrzne kraju*, IMGW Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2012.
- Rocznik statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015*, GUS, Warszawa 2015.
- Oplaty od powierzchni uszczelnionej jako instrument zrównoważonego zarządzania wodami opadowymi i roztopowymi*, red. K Kociszewski, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu Wrocław 2016, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, nr 453, s. 270–0 281.
- Wojciechowska E. i in., *Zrównoważone systemy gospodarowania wodą deszczową*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2015.
- Wskaźniki zrównoważonego rozwoju Polski, GUS 2015, <http://wskaznikizrp.stat.gov.pl/prezentacja.jsf?q=005003006001&p=kraj> (dostęp: 27.12.2015).
- <http://urbnews.pl/zagrozenie-powodziowe-nie-bedzie-odwzorowane-w-planach-miejscowych/> (dostęp: 27.12.2015).

Streszczenie

Woda deszczowa powinna zacząć być traktowana nie jako odpad, a jako cenny zasób, którym należy mądrze gospodarować w celu zmniejszenia ryzyka podtopień i powodzi, przeciwdziałania suszy, poprawy jakości życia na terenach zurbanizowanych, zapewnienia nawodnień dla rolnictwa. Można i należy wykorzystywać naturalne procesy w celu oczyszczania tejsze wody.

Proponowane rozważania są pierwszym etapem szerszych badań związanych z gospodarowaniem wodami opadowymi. Celem artykułu jest rozpoznanie tematyki wody deszczowej w kontekście problemów z zarządzaniem nią, zdefiniowanie problemów i ich przyczyn oraz celów skutecznego zarządzania deszczówką.

Słowa kluczowe: wody opadowe, gospodarowanie deszczówką, cele gospodarowania wodami opadowymi, zarządzanie wodami opadowymi